

EFFECTO DE NUTRIMENTOS Y PACLOBUTRAZOL EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE DURAZNO EN HUERTO-VIVERO

Gustavo Almaguer Vargas¹ y Jorge Rodríguez Alcázar²

RESUMEN

Con la finalidad de reducir el período juvenil para obtener rápidamente frutos y alto amarre de yemas florales, plantas juveniles segregantes de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) de Tetela del Volcán, México, de 15 meses de edad y establecidas en un huerto-vivero en Montecillo, Edo. de México, fueron tratadas con: 1) una aspersión foliar de paclobutrazol a una concentración de 250 mg l⁻¹, 2) dos aspersiones foliares de nitrógeno + fósforo a concentraciones de 10 y 5 g l⁻¹, respectivamente, y posteriormente una aplicación del defoliante cianamida de hidrógeno; y 3) tres aspersiones de la misma solución indicada en (2), así como la aplicación del mismo defoliante. En las plantas tratadas con paclobutrazol se tuvo un amarre de yemas por rama de 9.0 (en escala de 0 a 10) y 11 % de amarre de frutos, así como una mayor resistencia a las heladas, aunque con un menor crecimiento vegetativo, mientras que el testigo presentó valores de 4.8 y de 1.7 % para cada una de esas variables. La respuesta de las plantas tratadas con nutrientes y luego defoliadas fue inferior al testigo en las variables amarre de yemas y de flores, presentando además una menor resistencia a las heladas.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Juvenilidad, *Prunus persica* L. Batsch, reguladores del crecimiento, amarre de frutos.

SUMMARY

With the objective to reduce the juvenile period in order to accelerate fruit production and to increase the rate of flower bud set, 15 months old segregant young peach plants (*Prunus persica* L. Batsch) from Tetela del Volcán, México, established in a meadow-orchard in Montecillo, State of México, were treated with: 1) one foliar aspersión of paclobutrazol at 250 mg l⁻¹ of the active ingredient; 2) two foliar aspersions of nitrogen + phosphorus at concentrations of 10 and 5 g l⁻¹, respectively, with a later defoliation using hydrogen cyanamide; and 3) three foliar aspersions with the same nutrients and concentrations indicated in (2) and a later defoliation with hydrogen cyanamide. In plants treated with paclobutrazol there was a high bud set of 9.0 (according to a scale from 0 to 10) and 11 % of fruit set, as well as greater frost resistance, although a less vegetative growth. The control yielded 4.8 and 1.7 % for the same variables. The response of the plants treated with nutrients was lower than the control in terms of the bud and fruit set variables, showing also less resistance to frost.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Juvenility, *Prunus persica* L. Batsch, growth regulators, fruit set.

INTRODUCCION

Los frutales provenientes de semilla pasan por un período ontogénico llamado juvenilidad, el cual se caracteriza principalmente por la imposibilidad de que las plantas produzcan flores. Esto representa una desventaja para los programas de mejoramiento genético de frutales, ya que un ciclo biológico completo, desde semilla hasta

¹ Profesor-Investigador. Depto. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Méx. C.P. 56230. Actualmente estudiante del Colegio de Postgraduados.

² Profesor-Investigador. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. C.P. 56230.

fruto, puede tardar varios años, por lo que la evaluación de germoplasma nuevo y su avance genético, se ve seriamente restringida (Rodríguez y Gutiérrez, 1988). Por otra parte, cuando los productores establecen un huerto, en la mayoría de los casos deben esperar varios años para empezar a cosechar y durante este período improductivo no reciben ingresos, lo que representa una de las principales limitantes de la fruticultura.

Para reducir la duración del período juvenil, se han aplicado nutrimentos, así como reguladores del crecimiento; las plantas se han expuesto a diferentes fotoperíodos, etc., registrándose resultados variables de estos tratamientos. Recientemente, se ha observado que el paclobutrazol puede promover una mayor inducción floral, mejorar el amarre de fruto e incrementar su tamaño, pero el crecimiento vegetativo se reduce (George y Nissen, 1987).

Por lo anterior, se planteó como objetivo de este trabajo, evaluar el efecto de la aplicación foliar de algunos nutrimentos y de paclobutrazol sobre el crecimiento vegetativo e inducción de la floración en plantas jóvenes de durazno.

REVISION DE LITERATURA

Para que una planta salga pronto de su juvenilidad, se debe promover su rápido crecimiento, pudiendo lograr esto mediante prácticas culturales óptimas, aplicaciones de fertilizantes, exposición a fotoperíodos, injertaciones, etc.

En algunos programas de mejoramiento genético de frutales, se ha estado investigando el establecimiento de plantas en huerto-vivero, que consiste en colocar las plantas a una densidad de población alta, lo que permite evaluar una gran cantidad de

progenies y observar, en períodos relativamente cortos, las características que pueden ser favorables para una mayor y temprana producción de fruta (por ejemplo, el amarre elevado y rápido de yemas florales en plántulas). Al respecto, Rodríguez y Gutiérrez (1988) observaron que más del 50 % de los segregantes de 16 progenies de durazno florearón en 19 meses. Cabe mencionar que en algunos casos, el durazno puede florear hasta los 36 meses, en plantas provenientes de semilla, bajo condiciones normales.

El amarre de yemas, que se ha considerado como la cantidad de yemas florales que se encuentran en una rama mixta, es una de las características deseables en los programas de mejoramiento genético, ya que se ha observado que está altamente correlacionada con una fructificación adecuada y precoz; además, se ha determinado que puede presentar variabilidad genética. Asimismo, se ha concluido que es importante tener mayor diámetro de tronco en manzano *Malus pumila* Mill. para lograr un amarre de yemas precoz y elevado y, por lo tanto, una producción más temprana, lo que no sucede con durazno y ciruelo *Prunus salicina* Lindl. (Rodríguez y Sherman, 1986).

Dentro de las prácticas culturales tendientes a inducir floración precoz, destaca por su importancia, el uso de retardantes del crecimiento, tales como AMO-1618, SADH, cycocel y paclobutrazol (PBZ).

El PBZ puede ser aplicado al suelo, tronco y follaje. Cuando se aplica al suelo, los efectos son más lentos pero de mayor duración. Si se aplica foliarmente, se requieren varias aspersiones para mantener la detención del crecimiento (Sánchez *et al.*, 1988). Las aplicaciones de este producto en huertos intensivos de durazno favorecieron el desarrollo de ramas fructificantes en las partes bajas de

los árboles e incrementaron el amarre y tamaño de frutos, por lo que se mejoró el rendimiento (Yoshikawa *et al.*, 1988). En cerezo *Prunus cerasus* L. también se observó un incremento en la producción de yemas florales por espolón y en el número de flores por rama, por medio de la aplicación de PBZ al suelo (Asomoah y Atkinson, 1985). Uno de los mecanismos de acción del PBZ que ha sido señalado como muy importante, es que participa en la inhibición de la kaureno oxidasa (la cual interviene en la formación del ácido kaurenoico a partir del kaureno) con la consecuente inhibición de la biosíntesis de las giberelinas (Dalziel y Lawrence, 1984).

Asimismo, se ha empezado a reconsiderar que el aspecto nutrimental juega un papel sumamente importante en la inducción floral de frutales. En naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck. 'Washington Navel', las aplicaciones de urea foliar junto con estrés por bajas temperaturas, originaron un alto contenido de amonio en las hojas que se fue incrementando conforme se fue prolongando el período durante el cual las plantas estuvieron sometidas al estrés. Asimismo, el número de flores por árbol se incrementó en la misma proporción; cuando no se aplicaba urea, el incremento de amonio y de floración era menor (Lovatt *et al.*, 1988). Estos autores plantean como hipótesis que el almidón y el amonio no influyen directamente en la floración, pero sirven como sustratos de metabolitos claves, ya que incrementan la síntesis de arginina y poliaminas y subsecuentemente se puede incrementar la división celular después de la liberación del estrés de las plantas de cítricos (Lovatt *et al.*, 1988).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Campo Frutícola Experimental de Montecillo, Méx.,

perteneciente al Colegio de Postgraduados. Presenta un clima templado con lluvias en verano C(Wo)(w)b(i')g (García, 1981). El material vegetativo utilizado fue segregantes F₂ de durazno (*Prunus persica* L. Batsch.), de 15 meses de edad, que tuvieron como progenitores a plantas de Tetela del Volcán, Mor., Méx.

Este material se estableció en un huerto-vivero a una distancia entre árboles de 60 x 40 cm. Los tratamientos se aplicaron a 10 plantas, considerándose a cada planta como una unidad experimental. Se evaluaron cuatro ramas de cada árbol distribuidas en los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), bajo un diseño completamente al azar. Los tratamientos se aplicaron foliarmente y fueron: 1) paclobutrazol¹, 250 ppm i.a., aplicado el 25 de septiembre de 1990; 2) nitrógeno (1%) y fósforo (0.5%) aplicados dos veces, el 15 de agosto y el dos de septiembre, y 23 días después se aplicó, como sustancia defoliante, la cianamida de hidrógeno; 3) igual que (2), pero aplicado tres veces, la última, el 25 de septiembre y defoliado hasta el 16 de oct.; 4) defoliación con cianamida de hidrógeno el 25 de septiembre, y 5) testigo. Las fuentes de nitrógeno y fósforo utilizadas fueron la urea y el superfosfato de calcio simple, respectivamente. Las aplicaciones de cianamida de hidrógeno tenían como finalidad principal promover la brotación de las yemas que estuvieran en letargo para observar su grado de desarrollo por efecto de los tratamientos. Las plantas tratadas con paclobutrazol no se defoliaron porque se esperaba una respuesta más lenta.

Las variables evaluadas fueron:

¹ (2RS, 3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1h-1,2,4 triazol-1-yl) pentan-3-01.

1) Número de yemas florales por nudo. En este caso se contaron todas las yemas florales presentes en cada nudo, posteriormente se sumaron y se dividió entre el número de nudos presentes por rama, efectuándose esto para las 4 ramas evaluadas en cada árbol.

2) Amarre de yemas florales. Esta variable se refiere a la formación de yemas florales por rama y se evaluó en escala de 0 a 10, donde 10 era una rama con yemas florales bien formadas en toda su longitud.

3) Daño al follaje por heladas. Se evaluó utilizándose una escala de 0 a 5, donde 0 fue asignado a plantas sanas y 5, a plantas muertas por las heladas que se presentaron del 15 al 23 de noviembre.

Estas primeras tres variables se cuantificaron el 30 de enero de 1991.

4) Amarre de frutos. Esta variable se evaluó dividiendo el número de frutos presentes el 27 de marzo de 1991 entre el total de flores cuantificado el 10 de marzo del mismo año y multiplicando el resultado por 100, para obtener el porcentaje de amarre de frutos.

5) Evaluación del nivel endógeno de giberelinas en hojas jóvenes, utilizando separaciones ácido-base, cromatografía en capa fina y bioensayos, empleándose para tal fin semillas de chícharo *Pisum sativum* L. 'Early Perfection'. Esta evaluación se hizo el 4 de mayo.

6) Crecimiento vegetativo. Se hicieron mediciones del tamaño máximo de cuatro ramas de cada planta en tres ocasiones (2 y 25 de septiembre y 30 de octubre de 1990).

Para el análisis estadístico se utilizaron los procedimientos de análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en las variables: número promedio de yemas florales por nudo (NPYFN), amarre de frutos (AF), amarre de yemas (AY) y susceptibilidad al daño de heladas (HELAD) (Cuadro 1).

Las plantas tratadas con defoliantes fueron las que obtuvieron los valores más bajos en las variables evaluadas con excepción del daño de heladas, donde la respuesta fue intermedia. Esto fue debido a que al aplicar la cianamida de hidrógeno se rompió la dominancia apical y la planta empezó a rebrotar aproximadamente a los 15 días, lo que ocasionó que estuviera en un estado muy susceptible a las bajas temperaturas, que ocurrieron a mediados de noviembre de 1990, y que las yemas no estuvieron lo suficientemente maduras para diferenciar.

Las plantas tratadas con tres aplicaciones de N y P y posteriormente defoliadas (Trat. 3), tuvieron un valor menor al testigo en las variables NPYFN, AF, AY y un valor mayor en daño por heladas, aunque no siempre fue estadísticamente diferente (Cuadro 1). Estos efectos son atribuidos a la cianamida de hidrógeno, que provocó una rebrotación vegetativa similar al tratamiento de defoliación, pero como posiblemente las plantas se encontraban en un estado más avanzado de letargo (porque la cianamida se aplicó 21 días más tarde, en relación al tratamiento defoliado), no se rompió tan drásticamente la dominancia apical, por lo que se tuvo menos daños por heladas, pero no se incrementó la floración en relación al testigo. El tratamiento con dos aplicaciones de nutrientes fue similar estadísticamente en sus resultados al defoliado debido posiblemente a que la cianamida se aplicó en la misma fecha en ambos tratamientos y los fertilizantes no habían tenido un efecto aún en la

Cuadro 1. Efecto de las aplicaciones de nutrimentos y paclobutrazol en el amarre de yemas, amarre de frutos, daños por heladas y promedio de yemas florales por nudo de plantas de durazno.

Tratamiento	Amarre de yemas por rama ¹ (30/I/91)	Amarre de frutos por rama (%) (27/III/91)	Daño por heladas ² (30/I/91)	Yemas florales por nudo (30/I/91) ⁴
1) PBZ 250 ppm	9.0 a ³	11.1 a	0.0 d	1.9 a
2) N+P en dos ocasiones	2.3 c	0.0 b	2.4 a	0.1 cd
3) N+P en tres ocasiones	2.1 c	0.0 b	1.9 b	0.3 c
4) Defoliación	0.0 d	0.0 b	1.8 b	0.0 d
5) Testigo	4.8 b	1.7 b	1.0 c	1.2 b

¹ Escala de 0 a 10, donde 10 es una rama con yemas florales bien formadas en todos sus nudos.

² Escala de 0 a 5, donde 5 es un árbol muerto por las heladas.

³ Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas significativas (Tukey $p=0.05$).

⁴ Entre paréntesis se indica la fecha de evaluación.

planta por el período tan corto entre su aplicación y la del defoliante. En contraste, Lovatt *et al.* (1988) obtuvieron un incremento en la floración como efecto de aplicaciones de urea foliar en naranja. Sin embargo, cabe mencionar, que dichos autores trabajaron con la floración normal, mientras que en el presente trabajo, al intentar adelantar la floración, las yemas no se habían diferenciado al momento de la aplicación del defoliante y esto ocasionó que los nuevos brotes no estuvieran lo suficientemente maduros para poder inducir la yema, lo que explica el bajo porcentaje de amarre de yemas, flores y el mayor daño por heladas.

El tratamiento que promovió un mayor porcentaje de yemas florales y un mejor amarre de yemas diferente del testigo, fue el PBZ. Lo anterior, coincide con lo encontrado en otras especies por George y Nissen (1987) y Asomoah y Atkinson (1985), quienes observaron un incremento en la producción de yemas florales por espolón, aunque

ellos hicieron las observaciones en plantas adultas y no en juveniles como en este caso.

El paclobutrazol también incrementó significativamente el amarre de frutos en relación a los demás tratamientos (Cuadro 1). Al respecto, Yoshikawa *et al.* (1988) observaron un mejor amarre de frutos y, en términos generales, la investigación con PBZ ha demostrado que este producto es efectivo para reducir el crecimiento vegetativo e incrementar la fructificación de frutales pomáceos y de hueso. El resultado en esta variable puede ser debido a la presencia de una mayor cantidad de yemas florales por nudo promovidas por este retardante y, consecuentemente, una concentración y aumento en la cantidad de yemas florales que se están formando en la planta, con lo que se podía esperar que el número de frutos amarrados por rama inducido por el PBZ fuera diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

El crecimiento vegetativo se evaluó durante tres ocasiones (2 y 25 de septiembre y 30 de octubre), encontrándose que solamente en la última evaluación hubo diferencias estadísticas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de paclobutrazol, nitrógeno y fósforo en el crecimiento vegetativo de segregantes de durazno.

Tratamiento	Crecimiento vegetativo (30 de octubre) (cm)
1) PBZ 250 ppm el 25 de septiembre	108.6 b ¹
2) N+P en dos ocasiones posteriormente defoliado	108.7 b
3) Igual que (2) pero en tres ocasiones	113.9 ab
4) Defoliado el 25 de septiembre	104.5 b
5) Testigo	124.5 a

¹ Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de Tukey con $p = 0.05$.

El testigo y el tratamiento de N + P en tres ocasiones y luego defoliación, fueron los que tuvieron mayores crecimientos vegetativos, mientras que los árboles tratados con PBZ y defoliados tuvieron el menor incremento. La reducción del crecimiento vegetativo por efecto del paclobutrazol ha sido señalada por George y Nissen (1987) y por Sánchez *et al.* (1988), entre otros autores, ya que al actuar inhibiendo la síntesis de giberelinas (Dalziel y Lawrence, 1984), no se va a tener un adecuado alargamiento de entrenudos. Por otra parte, también se tuvo un menor crecimiento en las plantas defoliadas, debido a la ausencia de la fuente metabólica que aporta los fotoasimilados nece-

sarios para el crecimiento, mientras que las plantas que tuvieron fertilización con N y P mostraron un mayor crecimiento, debido, entre otras causas, al aporte de estos nutrientes.

En relación al nivel endógeno de gibberelinas, se hicieron evaluaciones en el testigo y en plantas tratadas con paclobutrazol, encontrándose que contenían niveles similares de ácido giberélico, con un Rf también similar (0.41 y 0.42, respectivamente). Dalziel y Lawrence (1984) mencionan que el PBZ inhibe la síntesis de giberelinas, por lo que se podría esperar que las plantas tratadas con este producto tuvieran una concentración más baja de ácido giberélico en relación al testigo; sin embargo, cuando se hizo la evaluación no se encontraron estas diferencias, debido posiblemente a que la evaluación se efectuó hasta el 4 de mayo y, tal como lo mencionan Sánchez *et al.* (1988), el efecto de las aplicaciones foliares de PBZ es relativamente corto.

CONCLUSIONES

El paclobutrazol promovió un mejor amarre de yemas florales, así como un alto amarre de frutos en plantas en etapa juvenil de durazno.

La aplicación foliar de paclobutrazol en plántulas de durazno redujo significativamente su crecimiento vegetativo.

BIBLIOGRAFIA

- Asomoah, T.E.O. and D. Atkinson. 1985. The effect of (2RS, 3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4-, 4-dimethyl-2-(1H, 1,2,4 triazol-1-yl) pentan-3-ol (paclobutrazol: PP333) and root runing on the growth, water use and response to drought of 'Colt' Cherry roots stocks. Plant Growth Reg. 3: 37-45.

- Dalziel, J. and D.K. Lawrence. 1984. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors such as paclobutrazol. *British Plant Growth Regulator Group*: 11: 43-47.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Ed. UNAM, México. 175 p.
- George, A.P. and J.R. Nissen. 1987. Growth control of low-chill stone fruits using growth retardants and others management technique. In: *Proc. 1st Nat. Low-chill Stone Fruits Conference. The Exotic Fruit Grower Association* (ed.). Australia. pp. 132-143.
- Lovatt, J.C., Y. Zheng, and K.D. Hake. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. *Israel J. Bot.* 37: 181-188.
- Rodríguez A., J. and W.B. Sherman. 1986. Relationship between parental flower bud set and seedling precociousness in peach and nectarine. *Fruit. Var. J.* 40: 8-12.
- _____ y A. Gutiérrez E. 1988. Uso del sistema de huerto-vivero en el mejoramiento genético de durazno de bajo requerimiento de frío en México. *Memorias de Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética*. p. 95.
- Sánchez, L.E., F. Prieto, and M. Becerral. 1988. Control of vegetative growth of stone fruits with paclobutrazol. *HortScience* 23:467-470.
- Yoshikawa, F.T., C.G. Martin, and H.J.K. La Rue. 1988. Chemical growth regulator of peaches. *California Agriculture* 42: 19-20.